

TARTU ÜLIKOOL
FÜÜSIKA INSTITUUT

Globaalfüüsika (Geo-osa)
LOFY.05.004

Loengukonspekt

Koostanud Hanno Ohvri

Detsember 2020

Tartu 2020

Käesolevasse loengukonspekti on koondatud loengukursuse *Globaalfüüsika* jaotusmaterjalid, mida ma *Geo-osa* lektorina jagasin kursusele registreerunutele 2020. aasta kevadel. Loengukursus koosnes kahest osast, vastavalt *Geo-osa* ja *Kosmo-osa*.

Konspekti on värskendatud detsembris 2020.

H. Ohvri

hanno.ohvri@ut.ee

SISUKORD-2020

Globaalfüüsika Geo-osa – õppekirjandus lisaks loengukonspektidele, 2020.....	V
GAIA HÜPOTEES – EESSÕNA ASE MEL.....	VII
1. PÄIKESEKIIRGUS MAAL. KASVUHOONEEFEKT.....	1
1.1. Solaarkonstant planeet Maa jaoks.....	1
1.2. Solaarkonstandi varasem ühik.....	2
1.3. Solaarkonstandi määramine Bouguer-Langley meetodil.....	3
1.4. Päikese kiirguse erineva täpsusega spektrid.....	5
1.5. Inimsilma tundlikkus.....	6
1.6. Päikese valguskonstant ja valgusviljakus.....	7
1.7. Päikese kiirguse ligikaudsed spektrid.....	9
1.8. Solaarkonstandi evolutsioon.....	11
1.9. Maa kiirgustemperatuur, kasvuhooneefekt.....	15
1.10. Planeet Maa energiabilanss.....	17
1.11. Personalia.....	18
2. ÜLDANDMED ATMOSFÄÄRIST.....	22
2.1. Meteoroloogilised elemendid.....	22
2.2. Gaasi rõhu valemid.....	22
2.3. Detsibaar hüdroloogias.....	25
2.4. Hüdrostaatika valem meteoroloogias.....	26
2.5. Atmosfääri keemiline koostis ja lihtmodelid.....	26
2.6. Atmosfääri mõned muutuva kontsentratsiooniga gaasid.....	29
2.7. Süsihappegaasi kontsentratsiooni kasv.....	31
2.8. Atmosfääri vertikaalne ulatus.....	33
2.9. Atmosfääri meteoroloogiline kihistus.....	33
2.10. Standardatmosfäärid.....	35
3. UV-KIIRGUS JA OSOON ATMOSFÄÄRIS.....	38
3.1. UV-kiirguse ja osooni vastasmõju.....	38
3.2. Dobsoni ühik.....	40
3.3. Antarktika osooniauk.....	41
3.4. Osoon Eesti kohal.....	44
3.5. Osoonikogus molekulide arvu kaudu.....	44
3.6. Bidoos ja erinevad nahatüübid.....	44
3.7. Tõeline päikeseaeg, ajavõrrand.....	45

3.8. Bidoosi kogunemise kiirus.....	47
3.9. UV-indeks.....	49
4. VESI JA ÕHK.....	53
4.1. Vee omadused on erandlikud.....	53
4.2. Vee mikrostruktuur.....	53
4.3. Ioonide hüdraadid merevees.....	55
4.4. Osmoos, adapteerumine soolsusega, Läänemere elustik.....	58
4.5. Ideaalse gaasi eeldus meteoroloogias.....	62
4.6. Kuiva õhu olekuvõrrand.....	64
4.7. Veeauru olekuvõrrand.....	66
4.8. Niiske õhu olekuvõrrand.....	67
4.9. Õhuniiskuse karakteristikud.....	71
5. TEMPERATUURI VÄHENEMINE KÕRGUSEGA.....	78
5.1. Temperatuuri gradient homogeeneses, kuivas atmosfääris.....	78
5.2. Termodünaamika 1. seadus atmosfäärifüüsikas.....	79
5.3. Adiabaatiline protsess.....	81
5.4. Temperatuuri kuivadiabaatiline gradient.....	81
5.5. Temperatuuri märgadiabaatiline gradient.....	83
5.6. Föön.....	85
5.7. Boora.....	86
6. MAA TIIRLEMINE JA PÖÖRLEMINE, KALENDER, KLIIMAVÖÖNDID.....	88
6.1. Astronoomilised ajaühikud, kalender.....	88
6.2. Aastaajad ja kliimavööndid.....	91
6.3. Põhja- ja lõunapoolkera erinev kiirusrežiim.....	93
6.4. Milankovitši paleoklimatoloogia.....	95
6.5. Merevee tase.....	95
6.6. Greenwichi aeg.....	95
6.7. Koordineeritud maailmaaeg.....	96
6.8. GPS ja meteoroloogia.....	99
7. MAA PÖÖRLEVA TAUSTSÜSTEEMINA.....	100
7.1. Rootor.....	100
7.2. Baer-babinet seadus.....	102
7.3. Coriolise kiirendus.....	103
7.4. Passaattuuled.....	106
7.5. Cromwelli ekvatoriaalne vastuhoovus.....	107

7.6. El Niño.....	107
7.7. Ekmani hoovus.....	109
7.8. Geostroofiline tuul (geostroofiline voolamine).....	111
7.9. Tuul tsüklonis ja antitsüklonis.....	112
7.10. Jugavoolud.....	113
8. MEREVEE SOOLSUS.....	118
8.1. Merevee keemiline koostis, soolsuse mõiste.....	118
8.2. Uurimislaevad.....	120
8.3. Soolsuse eksperimentaalne määramine.....	125
8.4. Soolsuse vertikaalne muutumine.....	128
8.5. Merejää.....	130
9. MAAILMAMERE TEMPERATUUR.....	134
9.1. Ookeani pinna keskmine soojusbilanss.....	134
9.2. Merevee temperatuuriprofiili mõõtmine.....	139
9.3. Külmad ja soojad “kiled” veepinnal.....	142
9.4. Temperatuuri kesk- ja ekstremaalväärtusi.....	143
9.5. Temperatuuri sõltuvus sügavusest.....	144
9.6. Merevee võimaliku termilise paisumise hindamine.....	145
10. TERMILINE EKVAATOR.....	147
10.1. Termiline ekvaator vs troopiline konvergentsi tsoon.....	147
10.2. Antarktika liikumine praegusele asukohale.....	148
10.3. Püsiva jää- ja lumekatte tekkimine Antarktikas.....	150

Globaalfüüsika – õppekirjandus lisaks loengukonspektidele, 2020

Mander, Ü., Liiber, Ü. (koostajad), 2014: Üldmaateadus. TÜ, LOTE, ÖMI, Tartu, 486 lk.
 Suurepärane kõrgkooliõpik loodusteadusi õppivatele bakalaureusetaseme üliõpilastele.
 Mitmed teemakäsitlused katavad ka magistriõppe ja erikursuste vajadusi.

Intergovernmental Panel of Climate Change – IPCC 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Geneva, WMO.

Põhjendatakse, 95% kindlusega, et alates 20. sajandi keskpaigast toimuva soojenemise põhjuseks on inimtegevus. www.climatechange2013.org <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Jürimäe, M., 2011: Meteoroloogia. Eesti Lennuakadeemia, Tartu, 247 lk.

Kauaaegse Tartu tsiviillennuvälja meteoroloogi ja lennuakadeemia õppejõu koostatud õpiku teine, täiendatud väljaanne.

Ahrens, C. D., Henson, R. 1982 (jne): *Meteorology today: An introduction to weather, climate and environment*. 12th edition, ca 650 p.

Tartus alates 1994. aasta väljaandest (viies trükk), on ka hilisemaid, teadaolevalt viimane on TÜ raamatukogus 9. trükk.

Ülevaade atmosfäärist, kliimast, keskkonnast. Maailmas väga levinud. Populaarteaduslik. Kokku peaks TÜ raamatukogudes olema mõnisteist eksemplari.

Thurman, Harold V., Trujillo, Alan P., 2002 (jne): *Essentials of Oceanography*. Prentice Hall, 527 p.

2002. aasta väljaanne on kuues trükk. On hilisemaid, hetkel on viimane 13. trükk (Publisher Pearson), 2019. Ülevaade päikesesüsteemist, Maa sisemusest, elu tekkest, mereuurimise ajaloost, merevee koostisest, temperatuurist, tsirkulatsioonist. Illustratiivne, populaarteaduslik, maailmas väga levinud. Kokku peaks TÜ raamatukogudes olema paar eksemplari.

Dera, J., 1992: *Marine physics*, PWN-Polish Scientific Publishers, Elsevier, 516 p.

Väga põhjalik, universaalne, teaduslik. Arvatavasti senine parim merefüüsika õpik. Eestis peamiselt erakogudes, lisaks TÜ Physicumi raamatukogus ja TÜ Chemicumi raamatukogus (projekti TEMPUS fond, prof T. Tenno).

GAIA HÜPOTEES – EESSÕNA ASEMELE

The Gaia hypothesis (also known as the Gaia theory or the Gaia principle), “geophysics” of the Earth) proposes that living organisms interact with their inorganic surroundings on Earth to form a synergistic and self-regulating, complex system that helps to maintain and perpetuate the conditions for life on the planet. https://en.wikipedia.org/wiki/Gaia_hypothesis

Gaia – kreeka mütoloogias mitte ainult Maa vaid kogu Universumi esiema, “vanaproua”, kellest kõik meid ümbritsev sai alguse. Rooma mütoloogias kasutati nimesid: *Tellus Mater*, *Terra Mater* [Mother Earth] is a goddess [jumalanna] of the Earth.

Gaia hüpotees: elu loob endale soodsaid tingimusi ja on isereguleeruv süsteem.

Gaia hüpoteesi formuleeris 1970tel briti keemik **James Lovelock**. Hüpotees oli vastuseks NASA õnnestunud Kuu-ekspeditsiooni (1969) järel aktualiseerunud küsimusele, kuidas teha kindlaks elu olemasolu planeedil **Mars**. Lovelock pakkus vastusena pöördülesande – kui vaatleja asuks Marsil, siis mis tõendaks elu olemasolu planeedil **Maa**? Kui vaadata planeeti Maa eemalt (näiteks Marsilt), siis on kaks suurt iseärasust, mis eemalt vaatlejale annavad kinnitust elu olemasolust Maal:

- 1) **O₂ kontsentratsioon** – erandlikult kõrge; O₂ on väga aktiivne element, mis ühineb C-ga, Fe-ga; kui Maal poleks elu, siis O₂ kontsentratsioon oleks suurusjärguliselt madalam;
- 2) **temperatuur** – väga sobiv elamiseks.

Hüpoteesi kriitikud väidavad, et inimkonna kiire juurdekasv põhjustab kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni kasvu, ressursside raiskamist ja kogu ökosüsteemi stabiliseeriv negatiivne tagasiside võib muutuda positiivseks ja süsteemi ennast hävitavaks.

James Ephraim Lovelock (26 July 1919, age 101 in the end of 2020).

Kaitses PhD (1948) troopilises meditsiinis, gaaskromatograafia ja bio-krüotehnika rajajaid, avastas osooni lagundavate freoonide olemasolu atmosfääris, nn “sõltumatu teadlane”.

An **independent scientist** (modern gender-neutral term historically also known as *gentleman scientist*) is a financially independent scientist who pursues scientific study without direct affiliation to a public institution such as a university or government-run research and development body. The expression “**gentleman scientist**” arose in post-Renaissance Europe (17–18th century) but became less common in the 20th century as government and private funding increased.

